

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 735 937

(21) N° d'enregistrement national :

95 07587

(51) Int Cl⁸ : H 04 Q 7/22, H 04 B 7/26, 7/204

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 23.06.95.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 27.12.96 Bulletin 96/52.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : THOMSON CSF SOCIETE ANONYME — FR.

(72) Inventeur(s) : MONOT JEAN JACQUES, BERRANGER ROBERT et MULTEDO GILBERT.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : THOMSON CSF.

(54) PROCÉDE DE TARAGE DES CHAINES EMISSION ET RECEPTION DES VOIES FORMEES PAR UNE STATION DE BASE D'UN SYSTEME DE RADIOCOMMUNICATION ENTRE MOBILES.

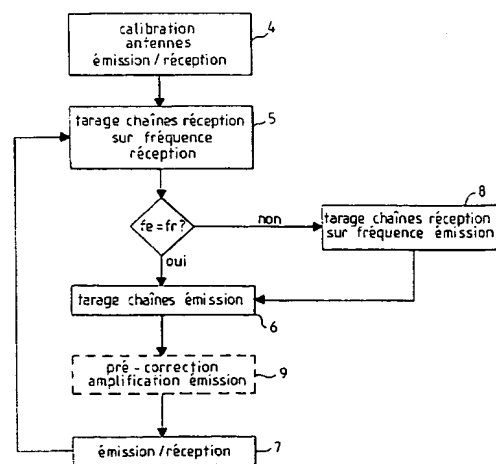
(57) L'invention consiste après une étape (4) de calibration de la base d'antennes:

- dans une étape (5) de tarage des chaînes de réception relatives à chaque voie, à distribuer un premier signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes de réception, à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne de réception,

- dans une étape (6) de tarage des chaînes d'émission relatives à chaque voie, à distribuer un deuxième signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes d'émission, à prélever dans chacune des voies une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes pour le réinjecter dans les chaînes de réception, et à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne d'émission.

- à effectuer (7) la réception des signaux en provenance de la base d'antennes à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes de réception, ou l'émission des signaux en provenance du dispositif d'émission/réception multivoie à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes d'émission.

Applications: communication entre mobiles et une station de base utilisant notamment une technique AMRS.



FR 2 735 937 - A1



Best Available Copy

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour sa mise en oeuvre de tarage des chaînes d'émission et de réception des voies formées par un dispositif d'émission/réception multivoie d'une station de base d'un système de radiocommunications, utilisant notamment une
5 technique d'émission/réception multivoie connue sous l'abréviation AMRS signifiant "Accès Multiple à Répartition Spatiale".

Les systèmes de radiocommunication avec des mobiles sont pour la plupart basés sur le concept de réseau cellulaire, pour lequel une station de base communique avec un certain nombre de mobiles dans la cellule
10 dont elle a la charge.

Les stations de base n'utilisent actuellement pour l'émission et la réception des signaux que des systèmes antennaires simples soit de type mono-capteur ou de type multi-capteur, avec combinaison RF pour assurer une couverture complète, soit de type bi-capteur avec sélection pour obtenir
15 une diversité d'espace en réception.

Le concept de l'AMRS, maintenant bien répandu dans la littérature, a pour but d'augmenter la capacité d'une station de base en effectuant une émission et une réception multivoie de manière adaptative et intelligente.

La mise en place de cette technique se heurte toutefois à des problèmes de mise en oeuvre et de maîtrise des distorsions dans les chaînes d'émission et de réception. En particulier, le phénomène le plus perturbant est le désappariage des voies en phase et en amplitude. En réception, ce phénomène empêchera une localisation correcte du mobile et
20 donc l'affectation d'une fréquence AMRS. En émission, ce problème pourra provoquer l'émission d'un signal dans une direction non désirée.

Les techniques pour pallier à ces problèmes sont bien connues pour la réception, car mises en oeuvre dans les radiogoniomètres et consistent à effectuer une calibration de la base d'antenne puis un tarage
25 fréquent des voies de réception.

En émission, le problème est plus complexe, car il s'agit d'effectuer un tarage des voies émission (après calibration de la base d'antennes) tout en étant indépendant de la structure de la base d'antennes.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé permettant le tarage régulier de la chaîne d'émission et de réception de chacune des voies formées par une station de base d'un système de radiocommunication avec des mobiles, comportant une base d'antennes émission/réception et un
5 dispositif d'émission/réception multivoie, caractérisé en ce qu'il consiste après une étape de calibration de la base d'antennes :

- dans une étape de tarage des chaînes de réception relatives à chaque voie, à distribuer un premier signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes de réception, à calculer un filtre
10 d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne de réception,

- dans une étape de tarage des chaînes d'émission relatives à chaque voie, à distribuer un deuxième signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes d'émission, à prélever dans
15 chacune des voies une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes pour le réinjecter dans les chaînes de réception, et à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne d'émission,

- à effectuer la réception des signaux en provenance de la base
20 d'antennes à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes de réception, ou l'émission des signaux en provenance du dispositif d'émission/réception multivoie à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes d'émission.

La présente invention a pour avantage d'effectuer un tarage des
25 voies émission et réception d'un système de radiocommunication exploitant une technique AMRS, permettant d'assurer la maîtrise du front d'onde des signaux reçus et émis par le système en utilisant des signaux de tarage évitant les phénomènes de couplage entre antennes.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention
30 apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suite faite en regard des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un système de radiocommunication intégrant un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention,

- la figure 2, un schéma synoptique du procédé selon l'invention,

- la figure 3, un schéma fonctionnel d'un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention

- la figure 4, une représentation fréquentielle et temporelle du signal de tarage des chaînes d'émission,

5 - la figure 5, une première solution de répartition des porteuses à l'intérieur de la bande utile,

- la figure 6, une deuxième solution de répartition des porteuses à l'intérieur de la bande utile,

- la figure 7a et 7b, respectivement la zone linéaire de l'amplification des chaînes d'émission, et l'effet de distorsion de phase en fonction de l'amplitude de l'enveloppe modulante, et

- la figure 8, un schéma fonctionnel correspondant à l'étage de pré-correction de l'amplification de la chaîne d'émission.

Un dispositif 1 mettant en oeuvre le procédé selon l'invention est
15 disposé en interface entre un dispositif d'émission/réception AMRS 2 et une base d'antennes 3, comme indiqué sur la figure 1.

Il est par conséquent indépendant des traitements AMRS effectué par le dispositif ad hoc et met en oeuvre autant de voies émission et de voies réception que d'antennes.

20 La figure 2 illustre un schéma synoptique du procédé selon l'invention.

Après une première étape 4 de calibration des antennes de la base d'antennes, le procédé selon l'invention consiste dans une deuxième étape 5, au tarage des chaînes de réception relatives à chaque voie, puis
25 dans une troisième étape 6, au tarage des chaînes d'émission relatives à chaque voie.

Une fois le tarage effectué, dans une quatrième étape 7, la réception ou l'émission des signaux respectivement reçus par la base d'antenne 3 ou émis par le dispositif d'émission/réception 2, est effectuée.

30 A l'étape 8, dans le cas où les fréquences des signaux de réception et d'émission sont différentes, le tarage des chaînes de réception de chacune des voies est effectué à la fréquence du signal d'émission.

Pour pallier la non-linéarité des chaînes d'amplification à l'émission, une étape 9 permet une pré-correction de ces chaînes.

Un dispositif de tarage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est illustré par le schéma fonctionnel de la figure 3.

Il est disposé en interface entre le dispositif d'émission/réception multivoie 2, notamment AMRS, et la base d'antennes 3. A chaque antenne, non représentée, correspond une voie formée pour l'émission et la réception. Sur la figure, trois voies i avec $i = 1$ à 3, sont représentées respectivement par trois plans superposés.

Chaque voie i comporte :

- une chaîne d'émission $10i$ et de réception $11i$,
- 10 - un filtre d'égalisation $12i$ du signal d'émission couplé en entrée de la chaîne d'émission $10i$,
- un filtre d'égalisation $13i$ du signal de réception couplé en sortie de la chaîne de réception $11i$.
- un commutateur d'entrée $14i$ et $15i$ et de sortie $16i$ et $17i$,
- 15 respectivement pour la chaîne d'émission $10i$ et la chaîne de réception $11i$, permettant au dispositif de passer dans les différents modes de fonctionnement : tarage réception, tarage émission, émission/réception.
- un coupleur $18i$ disposé en sortie de la chaîne d'émission $10i$, après le commutateur de sortie $16i$ de la chaîne d'émission $10i$, permettant
- 20 de prélever une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes 3, pour l'injecter à l'entrée de la chaîne de réception $11i$, via le commutateur d'entrée $15i$ de la chaîne de réception $11i$.

Le filtre d'égalisation $12i$ en émission est disposé en entrée de voie i , avant le commutateur $14i$ d'entrée de la chaîne d'émission $10i$, et le

25 filtre d'égalisation $13i$ en réception est disposé en sortie de voie i , après le commutateur $17i$ de sortie de la chaîne de réception $11i$.

Le dispositif comporte ensuite en commun pour toutes les voies i :

- un premier générateur de signal de tarage 19 des chaînes d'émission $10i$, couplé à un premier module de distribution 20 distribuant un
- 30 premier signal de tarage déterminé sur les chaînes d'émission $10i$ de chacune des voies i via le commutateur d'entrée $14i$ de la chaîne d'émission $10i$, disposé en sortie du filtre d'égalisation $12i$. La génération de signal de tarage peut être réalisée directement dans le dispositif émission/réception multivoie.

- un deuxième générateur de signal de tarage 21 des chaînes de réception 11i, couplé à un deuxième module de distribution 22 distribuant un deuxième signal de tarage déterminé sur les chaînes de réception de chacune des voies i via le commutateur d'entrée 15i de la chaîne de réception 11i, et

- un analyseur des signaux de tarage 23 permettant l'analyse des différents signaux de tarage pour adapter les filtres d'égalisation 12i et 13i respectifs aux chaînes d'émission 10i et de réception 11i.

Le dispositif peut comporter en outre un étage de pré-correction 24 des chaînes d'émission disposé entre le filtre d'égalisation 12i et la chaîne d'émission 10i et représenté en trait interrompu sur la figure.

L'analyseur de tarage 23 permet également dans ce cas l'analyse des signaux de correction.

Une description détaillée du fonctionnement du dispositif de tarage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est donnée ci-après :

Le tarage 5 des chaînes de réception 11i a pour but de corriger les dérives des fonctions de transfert des chaînes de réception 11i. Ces dérives sont principalement dues aux variations de température à l'intérieur des équipements.

Les filtres d'égalisation 13i en sortie des chaînes de réception 11i ont des fonctions de transfert dont il faut par conséquent suivre l'évolution, en effectuant un tarage 5 de manière cyclique.

Le tarage 5 s'effectue en injectant un signal de tarage dont les caractéristiques sont supposées connues, et en effectuant des mesures permettant de déterminer les fonctions de transfert afin de les corriger. Pour simplifier les mesures, le signal de tarage est constitué de plusieurs porteuses qui permettent d'effectuer une discrétisation fréquentielle des fonctions de transfert.

Les traitements effectués dans un processeur du dispositif émission/réception AMRS étant sensibles aux écarts différentiels d'une voie i à l'autre, ce ne sont pas les fonctions de transfert absolues qu'il faut corriger mais uniquement les écarts différentiels d'une voie i à l'autre.

En notant $H_i(f)$ la fonction de transfert de la voie i, et \underline{m}_i le vecteur des gains complexes mesurés, on obtient :

$$\underline{m}_i(k) = \frac{H_i(f_k)}{H_1(f_k)} \quad k = 1, \dots, N \quad (1)$$

la voie 1 servant de référence, f_k étant les fréquences utilisées
5 pour effectuer les mesures et N le nombre de porteuses utilisées.

La mesure des réponses des filtres d'égalisation 13i aux
différentes fréquences peuvent être effectuées par FFT, abréviation
anglo-saxonne pour "Fast Fourier Transform" ou DFT, abréviation
anglo-saxonne pour "Discrete Fourier Transform". Il est préférable de les
10 effectuer successivement et d'utiliser une DFT pour effectuer la mesure, afin
d'éviter tout problème d'intermodulation. Dans le cas d'une mesure par FFT,
les fréquences utilisées doivent être placées de manière orthogonale, c'est
à dire avec un écart en fréquence égal à l'inverse de la durée de la mesure
FFT.

15 Il faut donc calculer un jeu de p coefficients d'un filtre FIR, \underline{w}_i ,
abréviation pour "Filtre à Réponse Impulsionnelle Finie" pour chacune des
chaînes de réception 11i, de telle manière que :

$$\left(\frac{H_i(f_k)}{H_1(f_k)} \right) \cdot H_{wi}(f) \approx 1 \quad (2)$$

20 pour tout f appartenant à la bande utile.

La fonction de transfert $H_{wi}(f)$ est obtenue de la manière
suivante :

$$H_{wi}(f) = \sum_{l=1}^p \underline{w}_i(l) \cdot e^{2j\pi fl} \quad (3)$$

25

Ne connaissant les fonctions de transfert différentielles que pour
un ensemble discret de fréquences $\{f_k\}$, une manière simple d'obtenir \underline{w}_i
consiste à minimiser au sens des moindres carrés l'erreur entre la fonction
de transfert désirée et celle d'un filtre FIR à p coefficients, pour l'ensemble
30 des fréquences mesurées, soit :

$$\min_{\underline{w}_i} \|\underline{m}_i - F \cdot \underline{w}_i\|^2 \quad (4)$$

avec :

$$\underline{m}'_i(k) = \frac{1}{\underline{m}_i(k)}$$

5

et F une matrice $p \times N$ telle que :

$$F(m,n) = \exp(-2.j.\pi.f_m.n) \quad (5)$$

où m et n représentent respectivement la m-ième ligne et la
 10 ni-ème colonne de la matrice,
 f_m étant la m-ième fréquence normalisée de tarage.
 Ce qui conduit à la solution :

$$\underline{w}_i = [F^+.F]^{-1}.F^+.\underline{m}'_i \quad (6)$$

15 où "+" en exposant correspond à l'opération de transposition
 conjuguée.

L'intérêt d'une telle approche réside dans le fait que la matrice
 $[F^+.F]^{-1}.F^+$ (de dimension $p \times N$) est constante et peut donc de ce fait être
 calculée une fois pour toute, ce qui rend aisée et peu coûteuse en
 20 puissance de calcul l'obtention de \underline{w}_i .

Un compromis apparaît alors sur le nombre de coefficients p. Une
 forte valeur pour ce dernier (c'est à dire proche de N) conduit à une erreur
 quadratique faible mais à une instabilité importante sur la fonction de
 transfert entre les fréquences mesurées f_k .

25 Une valeur optimale est comprise en $N/2$ et $N/3$, ce qui assure
 une correction à $0,5^\circ$ et $0,1$ dB près.

Le filtre 11i doit également être convolué avec un filtre passe
 bande pour assurer une atténuation en dehors de la bande utile.

Le principal problème posé pour le tarage des chaînes d'émission
 30 10i est de rendre le dispositif 1 indépendant de la base d'antennes 3 à
 laquelle il est connecté. Cette indépendance permet d'utiliser différentes
 sortes de base d'antennes 3 pour la fonction AMRS (base d'antennes
 pentagonales, linéaires, etc.).

L'étape 6 de tarage des voies émission du procédé selon l'invention consiste à effectuer au préalable une calibration de la base d'antennes à la fréquence d'émission f_e afin de disposer d'une table de calibration. Une fois cette calibration effectuée, un tarage est effectué de façon régulière (comme en réception) afin de suivre les variations de désappairage des chaînes d'émission 10_i au cours du temps.

Pour cela, le signal d'émission est prélevé, à l'aide du coupleur 18_i , situé en sortie du dispositif 1. Ce signal est réinjecté dans la chaîne de réception 11_i , tarée au préalable.

10 Dans le cas d'un fonctionnement en duplex sur des fréquences différentes pour l'émission f_e et la réception f_r , il est nécessaire de permettre la réception, par les chaînes de réception 11_i , de la fréquence d'émission f_e , et d'effectuer le tarage des chaînes de réception 11_i à cette fréquence f_e .

Afin d'éviter tout problème de couplage entre les antennes de la base d'antennes 3, pouvant affecter la mesure (car la base d'antennes 3 n'est pas déconnectée), il ne faut pas injecter le même signal de tarage sur chacune des chaînes d'émission 10_i car cela conduirait à recevoir sur une voie i le signal émis par les autres voies i , via la base d'antennes 3.

Une solution selon l'invention consiste à envoyer, sur chacune des chaînes d'émission 10_i des signaux de tarage différents comportant des porteuses placées de manière orthogonale : une porteuse à la fréquence f_1 pour la chaîne d'émission 10_1 de la voie 1, une porteuse à la fréquence f_2 pour la chaîne d'émission 10_2 de la voie 2, et une porteuse à la fréquence f_N pour la chaîne d'émission 10_N ; l'écart entre les porteuses est fixé par la durée d'observation T de la mesure. Ces signaux sont émis de manière synchrone sur chacune des voies i afin de permettre une mesure de phase précise. Ce synchronisme impose :

- un générateur de tarage numérique 19 commun aux différentes voies i ,
- 30 - des convertisseurs analogique/numérique, non représentés, utilisant la même horloge d'échantillonnage, et
- une référence de fréquence commune distribuée sur chacune des voies i pour les fonctions de transposition.

Comme représenté sur la figure 4, le principe d'orthogonalité consiste à sélectionner des fréquences $1/T$ telles que leur écart en

fréquence soit inversement égal à la durée d'observation T. En effet, si l'on effectue une détection des porteuses par DFT ou FFT, sans fenêtre de pondération, la réponse fréquentielle est telle que les autres porteuses sont situées aux minimas de cette réponse (en $\sin x/x$).

5 Deux solutions sont envisageables, suivant le niveau de distorsion engendré par la chaîne d'émission 10i. Si celle-ci n'engendre qu'un déphasage fixe pour toute la bande utile, la première solution est de générer autant de porteuses que de voies i, en les plaçant le plus possible au centre de la bande utile.

10 Cette première solution est illustrée par la figure 5.

Soit m_i le gain complexe différentiel mesuré pour la voie i, alors le filtre d'égalisation 12i présente un gain complexe égal à :

$$m'_i = \frac{1}{m_i} \quad (7)$$

15

Si les chaînes émissions 10i provoquent des distorsions de phase et d'amplitude importantes dans la bande utile, le filtre d'égalisation 12i effectue un filtrage. La méthode utilisée est donc la même que pour le tarage 5 à la réception, mais cette fois-ci avec des mesures effectuées par sous-gammes, mais toujours avec des fréquences différentes pour chacune des voies émission.

Cette deuxième solution est illustrée par la figure 6.

25 Soit \underline{m}_i le vecteur des gains complexes différentiels mesurés pour chacune des sous-gammes de la voie i, alors le filtre d'égalisation 12i de la voie i est un filtre FIR dont le vecteur de coefficients s'écrit selon l'équation suivante :

$$\underline{w}_i = \left[F^+ \cdot F \right]^{-1} \cdot F^+ \cdot \underline{m}_i \quad (8)$$

30 avec \underline{m}'_i le vecteur des gains complexes inverses.

Toutes les mesures de tarage sont effectuées dans la zone linéaire des amplificateurs, non représentés, des différentes chaînes d'émission 10i. Malheureusement, les amplificateurs utilisés ont une

amplification linéaire dans une zone restreinte de niveau d'entrée, comme illustré à la figure 7a.

Les amplificateurs provoquent en effet une distorsion de phase PM et d'amplitude AM qui dépend uniquement de l'amplitude de l'enveloppe
 5 modulante comme illustré à la figure 7b.

Le dispositif émission/réception AMRS 2 effectue de la formation de faisceaux en combinant plusieurs émissions avec des pondérations complexes différentes d'une voie à l'autre. Ceci a pour conséquence de présenter des signaux en entrée des amplificateurs des chaînes d'émission
 10 10i, ayant des niveaux différents sur chaque voie i. Ainsi, les points de fonctionnement des amplificateurs ne sont pas les mêmes, ce qui entraîne une distorsion de phase différente pour chaque voie i.

Afin de pallier à ce problème de distorsion de phase et d'amplitude, le procédé selon l'invention effectue une pré-correction 9 des
 15 chaînes d'émission 10i. Celle-ci est obtenue grâce une mesure de la fonction de transfert en phase et amplitude des amplificateurs à l'aide d'un étage de pré-correction 24i. La mesure consiste à effectuer une détection de l'amplitude instantanée, ainsi que de la phase instantanée du signal modulant. Dans le cas d'un traitement en bande base :

20

$$\rho_k = \sqrt{I_k^2 + Q_k^2} \quad (9)$$

$$\theta_k = \arctg\left(\frac{I_k}{Q_k}\right)$$

où ρ_k : module instantané du signal

θ_k : phase instantanée du signal

25

soit :

$$I_k = \rho_k \cdot \cos(\theta_k) \quad (10)$$

$$Q_k = \rho_k \cdot \sin(\theta_k)$$

I_k et Q_k représentant respectivement les signaux complexes, en
 30 phase et en quadrature de phase.

Les fonctions de transfert des amplificateurs seront appelées f et g :

$$\rho_{out} = f(\rho_{in}) \quad (11)$$

$$\theta_{out} = \theta_{in} + \Delta\theta_k = \theta_{in} + g(\rho_{in})$$

5 Cette étape 9 de pré-correction consiste donc à appliquer la fonction inverse de la fonction de transfert de l'amplificateur de la chaîne d'émission 10i, qui est stockée dans des tables AM/AM et AM/PM, comme représenté sur la figure 8.

$$\rho'_k = f'(\rho_k) \quad (12)$$

$$\theta_k = \theta_k + \Delta\theta_k = \theta_k + g'(\rho_k)$$

Les fonctions f' et g' de pré-correction sont obtenues en fonction des fonctions f et g de transfert de l'amplificateur en résolvant le système suivant :

$$\begin{cases} \rho'_{i_k} = f(\rho'_{i_k}) = f(f'(\rho_k)) = G \cdot \rho_k \\ \theta'_{i_k} = \theta_k + g(\rho'_{i_k}) = \theta_k + g(f'(\rho_k)) + g'(\rho_k) = \theta_k \end{cases} \quad (13)$$

avec G le gain fixe du couple correcteur 24i - amplificateur de la chaîne d'amplification 10i.

20 soit :

$$\begin{cases} f'(\rho_k) = f^{-1}(G \cdot \rho_k) \\ g'(\rho_k) = -g(f^{-1}(G \cdot \rho_k)) \end{cases} \quad (14)$$

REVENDEICATIONS

1. Procédé permettant le tarage régulier de la chaîne d'émission et de réception de chacune des voies formées par une station de base d'un
5 système de radiocommunication avec des mobiles, comportant une base d'antennes émission/réception et un dispositif d'émission/réception multivoie, caractérisé en ce qu'il consiste après une étape de calibration (4) de la base d'antennes :

- dans une étape (5) de tarage des chaînes de réception relatives
10 à chaque voie, à distribuer un premier signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes de réception, à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne de réception,

- dans une étape (6) de tarage des chaînes d'émission relatives à
15 chaque voie, à distribuer un deuxième signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes d'émission, à prélever dans chacune des voies une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes pour le réinjecter dans les chaînes de réception, et à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à
20 chaque chaîne d'émission.

- à effectuer (7) la réception des signaux en provenance de la base d'antennes à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes de réception, ou l'émission des signaux en provenance du dispositif d'émission/réception multivoie à travers les filtres d'égalisation
25 précédemment calculés pour les chaînes d'émission.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas où la fréquence (f_e) du signal d'émission est différente de la fréquence (f_r) du signal de réception (8), il consiste à effectuer le tarage des
30 chaînes de réception à la fréquence du signal d'émission (f_e) pour permettre le tarage des chaînes d'émission.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'une pré-correction (9) effectuée sur la chaîne
35 d'émission de chacune des voies consiste à inverser les fonctions de

transfert en amplitude et en phase des amplificateurs des chaînes d'émission de chacune des voies, mesurées dans l'analyse des signaux de tarage.

5 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 3 caractérisé en ce que l'analyse des signaux de tarage de la chaîne de réception consiste à effectuer une approximation de la fonction de transfert du filtre d'égalisation de la chaîne de réception par une méthode des moindres carrés.

10

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'analyse des signaux de tarage de la chaîne d'émission consiste à effectuer une mesure de gains différentiels entre chacune des voies après le filtrage d'égalisation des chaînes de réception
15 sur chacune des voies.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le tarage de la chaîne d'émission de chacune des voies s'effectue à une puissance déterminée pour rester dans la zone de
20 linéarité, de l'amplificateur de la chaîne d'émission.

7. Dispositif de tarage (1) des chaînes émission et réception des voies formées par une station de base d'un système de radiocommunication entre mobiles comportant une base d'antennes émission/réception (3) et un
25 dispositif d'émission/réception multivoie (2), pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est disposé en interface entre le dispositif d'émission/réception multivoie (2) et la base d'antennes (3),

en ce qu'il comporte pour chaque voie (i) :
30 - une chaîne d'émission (10i) et de réception (11i),
 - un filtre d'égalisation (12i) du signal d'émission couplé en entrée de la chaîne d'émission (10i),
 - un filtre d'égalisation (13i) du signal de réception couplé en sortie de la chaîne de réception (11i),

- un commutateur d'entrée (14i et 15i) et de sortie (16i et 17i) respectivement pour la chaîne d'émission (10i) et la chaîne de réception (11i) permettant au dispositif de passer dans les différents modes de fonctionnement : tarage réception, tarage émission, émission/réception,

5 - un coupleur (18) disposé en sortie de la chaîne d'émission (10i) après le commutateur de sortie (16i) de la chaîne d'émission (10i), permettant de prélever une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes (3) pour l'injecter à l'entrée de la chaîne de réception (11i),

10 et en ce qu'il comporte en commun pour toutes les voies (i) :

 - un premier générateur (19) de signal de tarage des chaînes d'émission (10i) couplé à un premier module de distribution (20) distribuant un premier signal de tarage déterminé sur les chaînes d'émission (10i) de chacune des voies (i) par l'intermédiaire du commutateur d'entrée (14i) de la
15 chaîne d'émission (10i),

 - un deuxième générateur (21) de signal de tarage des chaînes de réception (11i) couplé à un deuxième module de distribution (22) distribuant un deuxième signal de tarage déterminé sur les chaînes de réception (11i) de chacune des voies (i) par l'intermédiaire du commutateur
20 d'entrée (15i) de la chaîne de réception (11i), et

 - un analyseur des signaux de tarage (23) permettant l'analyse des différents signaux de tarage pour adapter les filtres d'égalisation (12i et 13i) des chaînes d'émission (10i) et de réception (11i).

25 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'un étage de pré-correction (24) de la chaîne d'émission (10i) est disposé entre le filtre d'égalisation (12i) de la chaîne d'émission (10i) et la chaîne d'émission (10i).

30 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le filtre d'égalisation (13i) de la chaîne de réception (11i) est un filtre à réponse impulsionnelle finie dont les coefficients sont déterminés par une méthode des moindres carrés.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le signal émis par le générateur de tarage (19) des chaînes d'émission (10i) est constitué de porteuses orthogonales, et en ce qu'il est émis simultanément sur chacune des chaînes d'émission (10i).

5

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le filtre d'égalisation (12i) de la chaîne d'émission (10i) est un filtre à réponse impulsionnelle finie dont les coefficients sont déterminés par une méthode des moindres carrés.

10

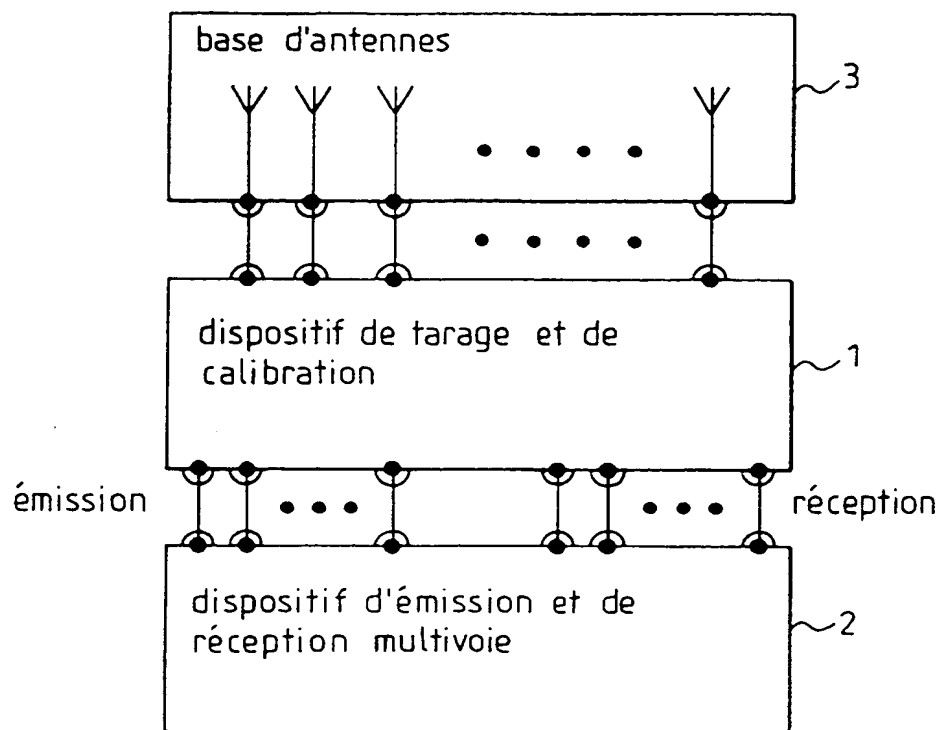


FIG. 1

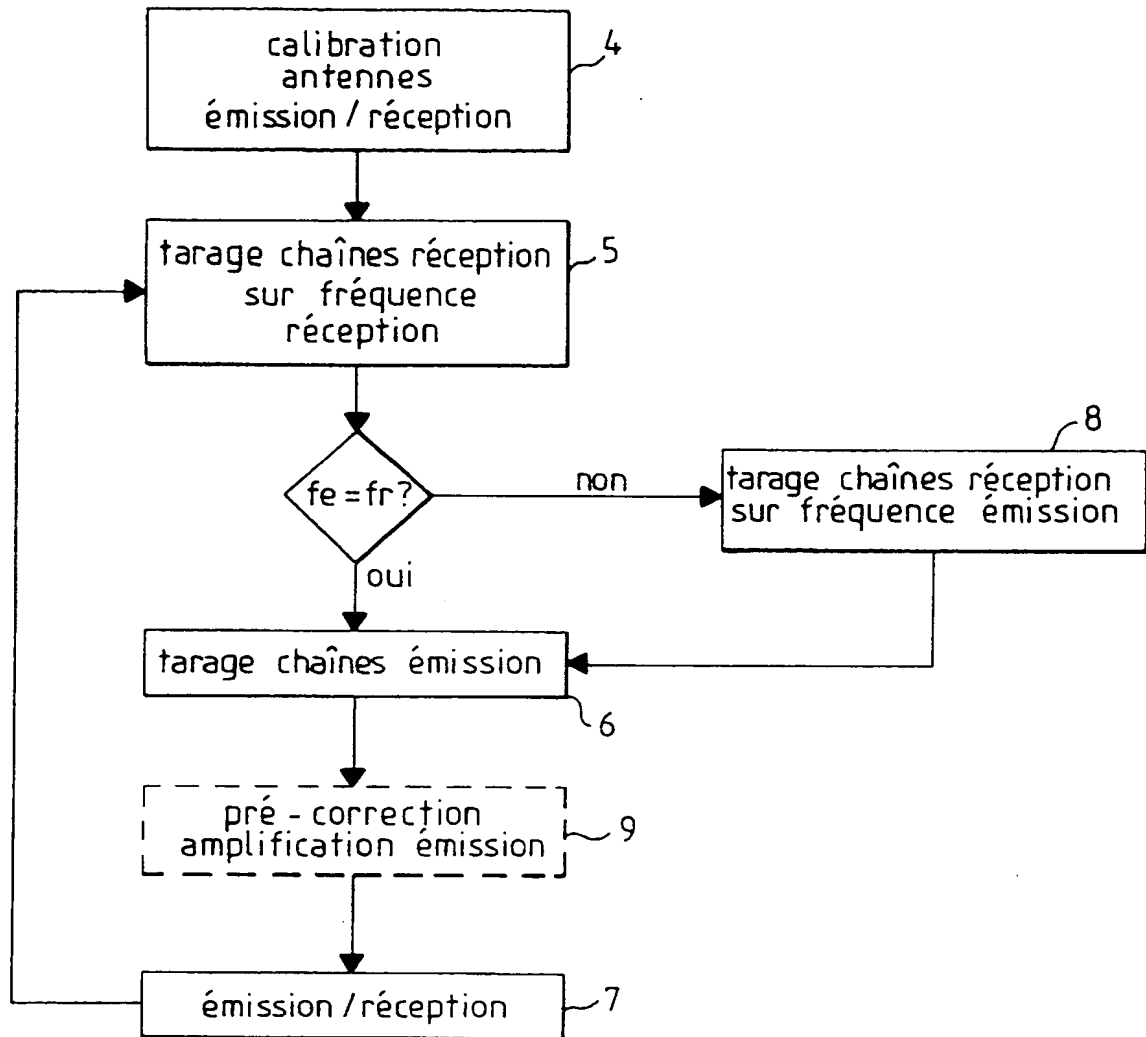


FIG.2

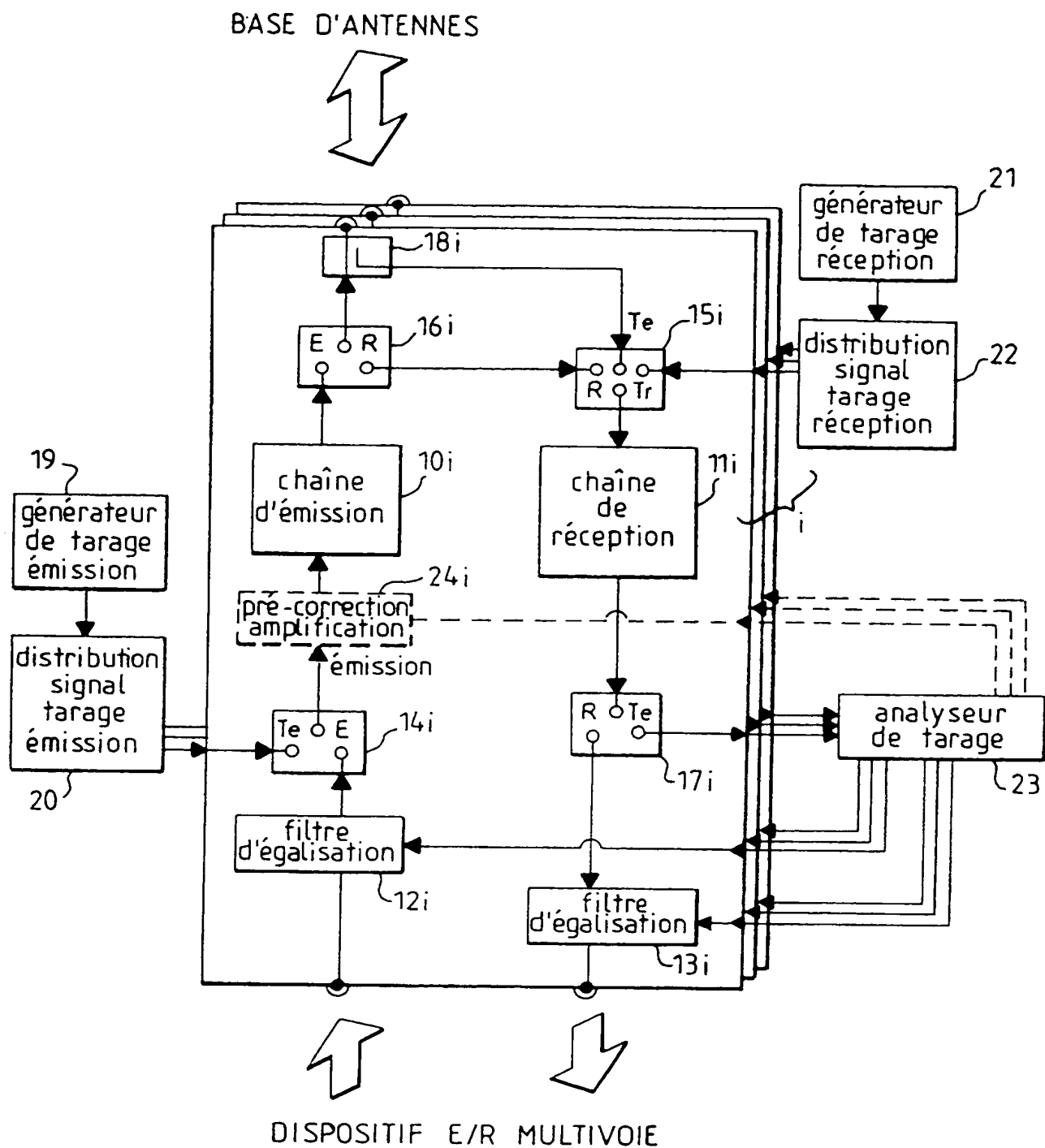


FIG. 3

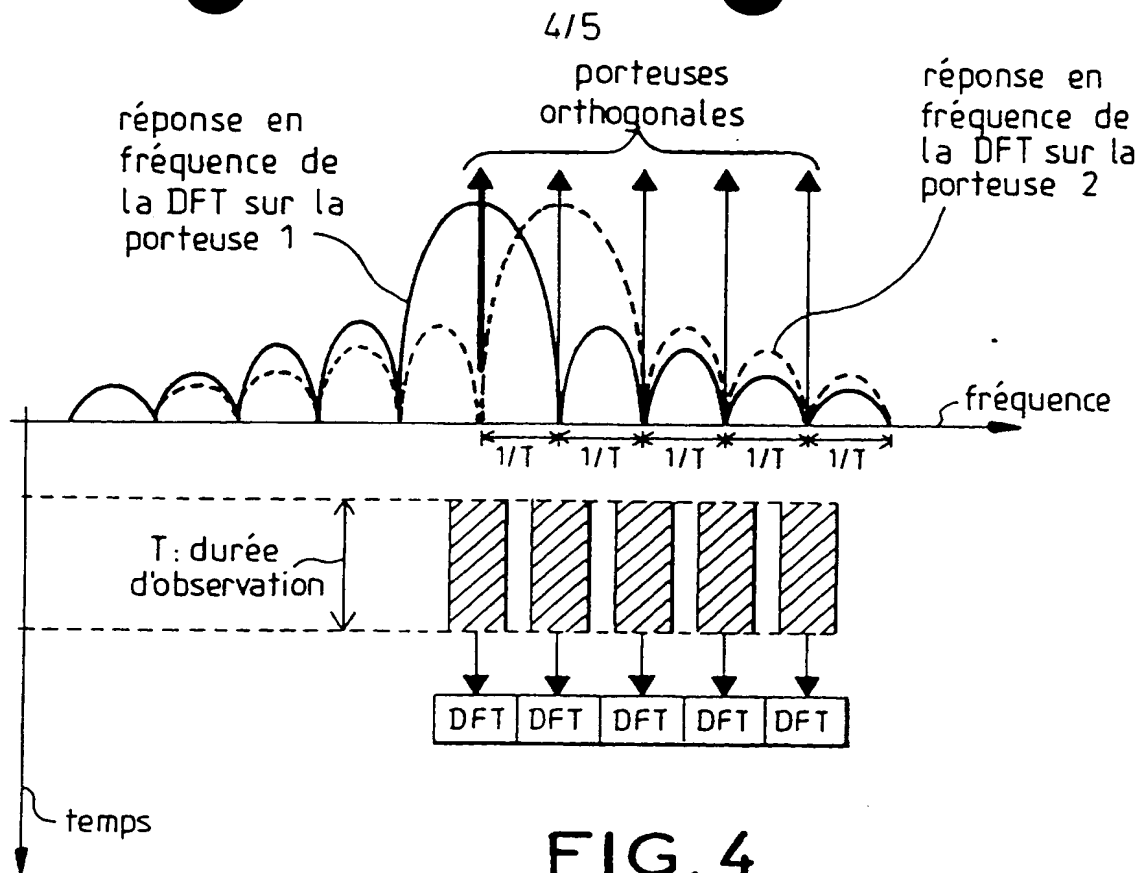


FIG. 4

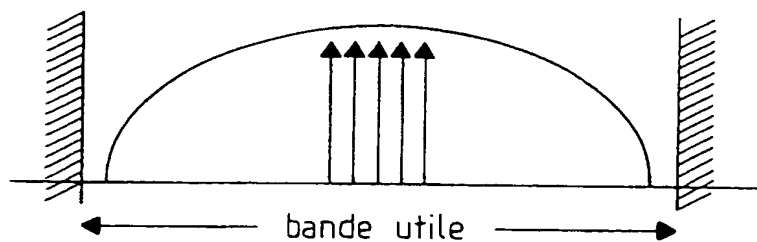


FIG. 5

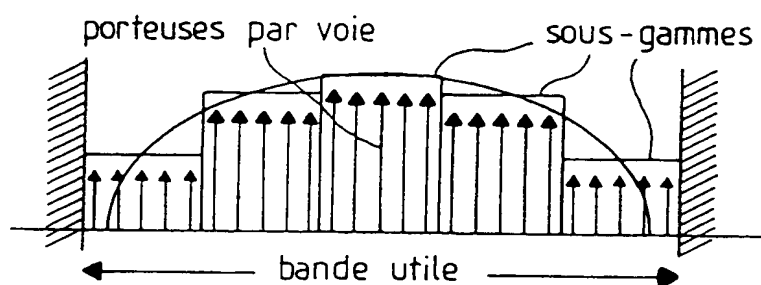
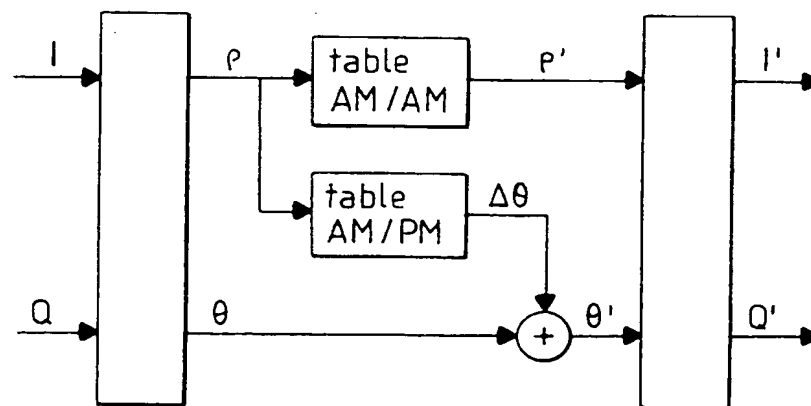
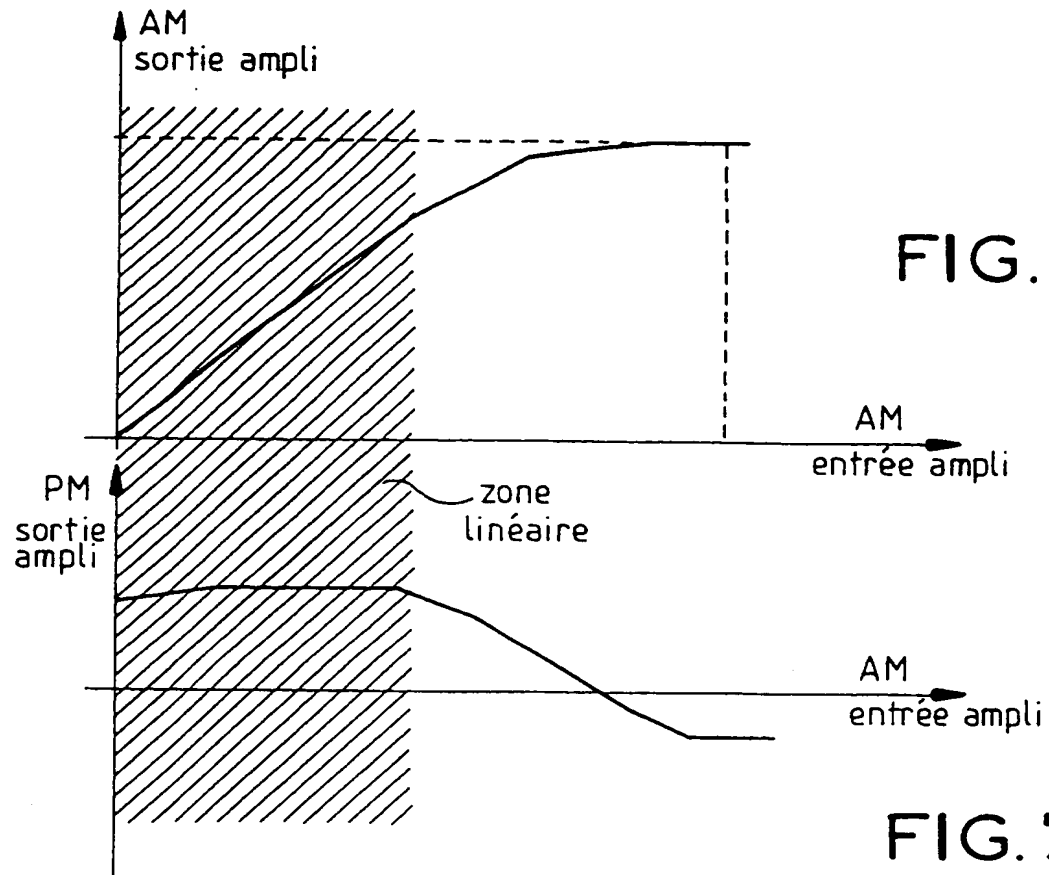


FIG. 6



RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2735937

N° d'enregistrement
nationalFA 517012
FR 9507587

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US-A-5 260 968 (GARDNER ET AL.) * colonne 2, ligne 1 - ligne 30 * * colonne 5, ligne 60 - colonne 7, ligne 5 * * colonne 8, ligne 40 - colonne 9, ligne 56 *	1-11
A	--- MILCOM '92 - 'COMMUNICATIONS - FUSING COMMAND, CONTROL AND INTELLIGENCE' CONFERENCE RECORD (CAT. NO. 92CH3131-0), SAN DIEGO, CA, USA, 11-14 OCT. 1992, ISBN 0-7803-0585-X, 1992, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 1028-1034 vol.3, AVANT R ET AL 'STGT multiple access beamforming system modelling and analysis' * page 1028, colonne de gauche, ligne 22 - colonne de droite, ligne 6 * * page 1029, colonne de droite, ligne 36 - ligne 56 * * page 1031, colonne de droite, ligne 36 - page 1032, colonne de droite, ligne 4 * --- -/--	1-11
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04B
Date d'achèvement de la recherche 20 Mars 1996		Examinateur Canali, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

3

EPO FORM 150 (3.92 (POC))

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2735937

N° d'enregistrement
nationalFA 517012
FR 9507587

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	<p>CONFERENCE RECORD OF THE TWENTY-SEVENTH ASILOMAR CONFERENCE ON SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS (CAT. NO.93CH3312-6), PROCEEDINGS OF 27TH ASILOMAR CONFERENCE ON SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, PACIFIC GROVE, CA, USA, 1-3 NOV. 1993, ISBN 0-8186-4120-7, 1993, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC. PRESS, USA, pages 1432-1436 vol.2, GERLACH D ET AL 'Base station transmitter antenna arrays with mobile to base feedback' * page 1432, colonne de droite, ligne 5 - page 1433, colonne de gauche, ligne 1 * * page 1433, colonne de droite, ligne 27 - page 1434, colonne de droite, ligne 25 *</p> <p>-----</p>	1,7
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche 20 Mars 1996		Examinateur Canali, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

3

EPO FORM 150 03.92 (P04C13)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)